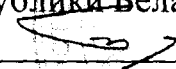


Министерство образования Республики Беларусь

Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь


07.09.2015

Регистрационный № ТД- Г. 537 /тип.

ОПТИКА

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальностей**

1-31 04 01 Физика (по направлениям);

1-31 04 06 Ядерная физика и технологии;

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий;

1-31 04 08 Компьютерная физика

СОГЛАСОВАНО

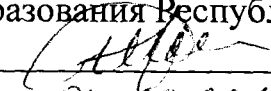
Председатель Учебно-методического объединения по
естественнонаучному образованию




А.Л. Толстик

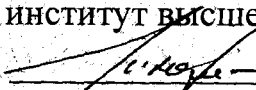
СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего
образования Министерства
образования Республики Беларусь

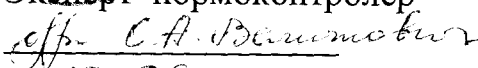

07.09.2015 С.И. Романюк

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»


13.08.2015 И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер


27.08.2015

Минск 2015

СОСТАВИТЕЛИ:

Л.И.Буров – доцент кафедры общей физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензенты:

Кафедра общей физики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

Н.В.Кулешов – заведующий кафедрой лазерной техники и технологии Белорусского национального технического университета, доктор физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой общей физики Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 5 февраля 2014г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 20 июня 2014 г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 5 от 23 июня 2014г.).

Ответственный за редакцию: Л.И.Буров

Ответственный за выпуск: Л.И.Буров

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Оптика - составная часть курса общей физики. Поэтому оптика должна сохранить все черты общей физики, основу которой составляет экспериментальная физика, а теоретический материал должен быть представлен как обоснование того или иного оптического явления, либо в виде расчетных формул, позволяющих оценить величину той или иной характеристики. В то же время этот раздел является связующим звеном между общей физикой и теоретической физикой, призванный сформировать у студентов уровень знаний и компетенций, необходимых для изучения дисциплин физического профиля, богатых математическим аппаратом с использованием глубоких физических теорий и, прежде всего, электромагнитной теории света Максвелла. Цель курса – сформировать целостное представление о единстве широкого круга оптических явлений и обеспечить идеологический и фактологический базис для изучения атомной и квантовой физики.

Следует отметить, что существующая программа по физике средней школы не предусматривает систематического изложения фундаментальных представлений и закономерностей, связывающих широкий круг оптических явлений в единую целостную картину. Поэтому одной из задач данной программы является заполнение этого пробела, тем более, что наиболее эффективным каналом получения человеком информации является оптический.

Поскольку раздел оптики является частью классического курса физики, то основная часть программы сохраняет структуру классического курса оптики, построенную на последовательном изложении материала, охватывающего вопросы изучения свойств световых волн, законов их распространения и взаимодействия с веществом. При этом большое внимание уделяется не только способам и методам наблюдения оптических явлений, но и проявлению таких явлений в окружающем нас мире. Несколько расширены разделы, касающиеся развития современных представлений о процессах и явлениях современной оптики (голография, квантовая оптика, нелинейная оптика, лазерная физика).

Таким образом, основные задачи изучения курса оптики можно сформулировать следующим образом:

- **мировоззренческие и методологические** - необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего мира, учитывающую двойственную природу материальных объектов и доминирующую роль научного факта.
- **практические** – рассмотреть процесс последовательного развития модельных представлений о явлениях окружающего мира и научить студентов использовать приближенные модели для решения конкретных задач различного уровня сложности

- **исследовательские** - обучить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

В усилении проблемно-исследовательской, практико-ориентированной направленности профессиональной подготовки студентов-физиков, активизации их самостоятельной работы по разрешению ситуаций, имитирующих профессиональные проблемы в будущей научной и производственной деятельности, главная роль отводится лабораторному практикуму и практическим занятиям.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основы электромагнитной теории света;
- явления интерференции и дифракции;
- принципы генерации света;

уметь:

- решать задачи геометрической и физической оптики;
- анализировать практически важные схемы интерференции и дифракции;

владеть:

- методами экспериментальных исследований явлений;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по оптике.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыком устной и письменной коммуникации;
- владеть навыками здорового образа жизни;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- обладать навыками гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);
- уметь работать в команде;
- применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента;

- использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру;
- проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования;
- пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой;
- применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы;
- владеть знаниями о структурной организации материи, о современных физических методах познания природы;
- пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

При преподавании дисциплины рекомендуется применять активные методы обучения, основу которых составляют технологии проблемного и контекстного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях, а также рейтинговая система оценки знаний. При чтении лекционного курса рекомендуется применять мультимедийные средства, позволяющие более доступно демонстрировать многие оптические явления.

Эффективность работы студента в изучении программы дисциплины проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний рекомендуется проводить в форме коллоквиумов, контрольных работ и отчёта по лабораторным работам.

Типовая учебная программа разработана для учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательных стандартов по специальностям: 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)», 1-31 04 06 «Ядерная физика и технологии», 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий», 1-31 04 08 «Компьютерная физика».

Программа рассчитана на 276 часов; из них аудиторных – 170 (примерное распределение по видам занятий: лекции – 58, лабораторные занятия – 60, практические занятия – 52).

Примерный тематический план

№ п/п	Название темы	Лекции	Практ. (семинар.) занятия	Лаб. занятия	Всего
1	Введение	2	-	-	2
2	Свойства электромагнитных волн	6	4	4	14
3	Интерференция света	6	8	8	22
4	Дифракция света	8	10	4	22
5	Распространение света в изотропной среде	4	4	4	12
6	Распространение света в анизотропной среде	6	6	4	16
7	Геометрическая оптика	8	8	8	24
8	Взаимодействие света с веществом	4	4	12	20
9	Квантовая природа света	4	4	4	12
10	Спектры атомов и молекул. Люминесценция	2	-	4	6
11	Усиление и генерация света	4	-	8	12
12	Нелинейные явления в оптике	2	2	-	4
13	Оптика движущих сред	2	2	-	4
	Итого:	58	52	60	170

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение. Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных волн. Характеристика оптического диапазона электромагнитных волн. Особенности видимого диапазона.

Место оптики в физической науке и ее роль в научно-техническом прогрессе.

2. Свойства электромагнитных волн. Уравнения Максвелла и волновое уравнение. Электромагнитные волны и их характеристики. Сферические монохроматические сходящиеся и расходящиеся волны. Плотность потока энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Пойтинга.

Суперпозиция электромагнитных волн. Понятие о преобразовании Фурье. Немонохроматические волны и их представление.

Поляризация электромагнитных волн. Виды поляризации. Степень поляризации.

Излучение электрического диполя. Естественная ширина спектральной линии. Уширение спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение.

Фотометрия. Фотометрические энергетические и визуальные характеристики и единицы излучения. Функция видности.

3. Интерференция света. Интерференция гармонических колебаний. Когерентность. Интерференция волн. Видность интерференционной картины. Осуществление когерентных колебаний в оптике. Интерференционные схемы. Влияние размеров источника света на видность интерференционной картины. Интерференция в немонахроматическом излучении. Временная и пространственная когерентность. Стоячие волны.

Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца Ньютона.

Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Жамена. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера.

Многочувствительные интерферометры. Учет многократных отражений в многочувствительных интерферометрах. Интерферометр Фабри-Перо. Пластина Люммера-Герке.

Применение интерференции. Просветление оптики, контроль качества оптических поверхностей, измерение с высокой точностью показателей преломления веществ. Интерференционные фильтры. Интерференционная спектроскопия.

4. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Приближение Кирхгофа. Формула дифракции Френеля-Кирхгофа.

Дифракция Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах: круглом отверстии, круглом диске. Метод зон Френеля. Спираль Френеля. Зонная пластинка. Пятно Пуассона. Дифракция на краю полубесконечного экрана. Спираль Корню.

Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка. Фазовые и амплитудно-фазовые решетки. Наклонное падение лучей на дифракционную решетку.

Дифракция света на непрерывных периодических и непериодических структурах. Дифракция на ультразвуковых волнах.

Дифракция рентгеновского излучения. Формулы Лауэ. Условие Вульфа-Брэггов.

Спектральные приборы, их принципиальная схема и классификация. Характеристики спектральных приборов. Угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность, дисперсионная область. Сравнение характеристик спектральных аппаратов.

Физические основы метода голографической записи изображений. Схемы записи и восстановления тонкослойных голограмм. Схемы записи и восстановления толстослойных голограмм. Получение цветных объемных изображений. Особенности голограмм как носителей информации. Применение голограмм.

5. Распространение света в изотропной среде. Законы преломления и отражения. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Формулы Френеля. Закон Брюстера. Фазовые

соотношения при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков.

Полное внутреннее отражение. Поляризация света при полном внутреннем отражении. Световоды. Оптоволоконные линии связи. Отражение света поверхностью металлов.

6. Распространение света в анизотропной среде. Описание анизотропных сред. Тензор диэлектрической проницаемости. Распространение плоской волны в анизотропной среде. Зависимость лучевой скорости от направления распространения. Эллипсоид лучевых скоростей. Уравнение Френеля. Плоскости поляризации волн, распространяющихся в анизотропной среде. Оптическая ось. Одноосные и двуосные кристаллы.

Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи в одноосных кристаллах. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные приборы.

Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. Кристаллическая пластинка в четверть, половину и целую волну. Анализ состояния поляризации света. Цвета кристаллических пластинок.

Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах. Элементарная теория вращения плоскости поляризации. Оптическая изометрия. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полями. Эффект Керра. Эффект Коттона-Мутона. Эффект Погкельса.

7. Геометрическая оптика. Основные законы геометрической оптики. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Уравнение Эйконала. Принцип Ферма.

Основные понятия и приближения геометрической оптики. Простейшие элементы оптических систем (призмы, плоские и сферические зеркала).

Преломление света сферической поверхностью. Нулевой инвариант Аббе. Увеличение сферической поверхности. Условие Лагранжа-Гельмгольца. Метод лучевых матриц. Центрированная оптическая система и ее кардинальные элементы. Построение изображений в оптических системах. Аберрации оптических систем (сферическая, хроматическая, кома, астигматизм, дисторсия). Простейшие оптические приборы.

8. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия света. Методы измерения дисперсии. Электронная теория дисперсии света. Формула Лоренц - Лорентца. Удельная рефракция. Фазовая и групповая скорости света. Формула Релея.

Поглощение света. Закон Бугера. Оптическая плотность. Спектры поглощения. Распространение света в проводящих средах. Комплексный показатель преломления.

Рассеяние света. Опыты Тиндаля. Рассеяние Релея и рассеяние Ми. Молекулярное рассеяние света. Физическая сущность рассеяния Мандельштама-Бриллюэна и комбинационного рассеяния.

9. Квантовая природа света. Поглощательная и излучательная способность нагретого тела. Правило Прево. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Формула Вина. Закон смещения Вина. Формула Релея-Джинса. Формула Планка для теплового излучения. Приемники теплового излучения (Пирометры).

Фотоэффект. Законы фотоэффекта и их обоснование. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта. Фотоэлектрические приемники света (фотоэлементы, фотоумножители, фотодиоды и электронно-оптические преобразователи). Квантовая природа света. Опыт Комптона. Опыт Боте. Основные представления современной квантовой оптики. Неклассические эффекты.

Давление света, его открытие и объяснение с точки зрения корпускулярной и волновой теорий.

10. Спектры атомов и молекул. Люминесценция. Линейчатые спектры атомов и модель Бора. Эффект Зеемана. Элементарная теория эффекта Зеемана. Связь эффекта Зеемана с эффектом Фарадея.

Двухатомные молекулы и сложная структура спектров. Энергетический спектр сложных молекул.

Виды люминесценции и его классификация. Характеристики люминесценции: спектр поглощения, спектр люминесценции, квантовый выход, длительность, поляризация люминесценции.

Излучение Вавилова-Черенкова.

11. Усиление и генерация света. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Условие усиления. Зависимость населенности энергетических уровней от плотности излучения. Инверсная населенность уровней и методы ее реализации.

Лазеры. Порог генерации. Принципиальная схема лазера. Классификация лазеров. Роль резонатора.

Условия стационарной генерации. Управление параметрами лазерного излучения. Непрерывные и импульсные лазеры. Метод модулированной добротности. Метод синхронизации мод. Получение сверхкоротких импульсов. Свойства лазерного излучения.

Типы лазеров и их особенности. Применение лазеров.

12. Нелинейные явления в оптике. Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высоких уровней.

Самовоздействие света в нелинейной среде. Основные причины возникновения нелинейности показателя преломления. Самофокусировка и самодефокусировка. Длина самофокусировки. Понятие о солитонах.

Генерация гармоник. Условия пространственного синхронизма для удвоения частоты. Параметрическая генерация.

Многофотонные процессы. Вынужденное комбинационное рассеяние.

13. Оптика движущих сред. Эффект Доплера. Поперечный эффект Доплера. Оптические измерения в неинерциальных системах

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу общей физики является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы для практических занятий;
- учебно-методические материалы для работ физпрактикума;
- тематика рефератов и докладов на семинарских занятиях;
- график консультаций преподавателя;
- задания для проведения зачета по практическим занятиям;
- вопросы к экзамену;
- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности:
 - коллоквиумов по изучаемому материалу;
 - контрольных работ на практических занятиях;
 - промежуточных тематических тестов;
 - отчетов по работам физпрактикума;
 - докладов на семинарских занятиях.
- для дополнительного развития творческих способностей одаренных студентов организуются:
 - студенческие научно-практические конференций, конкурсы;
 - студенческие олимпиады.

Перечень рекомендуемых средств диагностики знаний

- Отчёты по лабораторным работам;
- Коллоквиумы;
- Контрольные работы.

Рекомендации по текущему контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Аттестация по практическим и лабораторным занятиям проводятся в форме зачетов. Текущая аттестация по дисциплине осуществляется на экзамене. Оценка на экзамене выставляется по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний по данной дисциплине рекомендуется использовать тестовые задания по отдельным разделам (темам) дисциплины, коллоквиумы, контрольные работы и устные опросы.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

- Волновая оптика.
- Оптика анизотропных сред

Рекомендуемые темы контрольных работ

- Интерференция и дифракция.
- Геометрическая оптика.
- Поляризация света.

Рекомендуемые темы практических занятий

1. Электромагнитная природа света.
2. Фотометрические понятия и единицы.
3. Интерференция света.
4. Дифракция света.
5. Отражение света на границе двух диэлектриков
6. Физические принципы получения и анализа поляризованного света.
7. Геометрическая оптика.
8. Дисперсия и поглощение света.
9. Явления, обусловленные квантовой природой света.
10. Оптические явления в движущихся средах.

Рекомендуемые темы работ лабораторных занятий

1. Измерение поляризуемости молекул воздуха с помощью интерферометра Рэлея
2. Изучение внешнего фотоэффекта
3. Изучение спектральных приборов на основе дифракционной решетки и призм
4. Кольца Ньютона
5. Изучение законов поглощения света
6. Изучение вращения плоскости поляризации света

7. Изучение микроскопа
8. Измерение показателей преломления твердых тел
9. Получение и анализ поляризованного света
10. Изучение хроматической поляризации света
11. Изучение линз и оптических систем
12. Тепловое излучение
13. Изучение дифракции света на ультразвуковой волне
14. Изучение дифракции излучения лазеров на различных структурах

Рекомендуемая литература

Основная

1. *Бутиков Е.И.* Оптика / Е.И. Бутиков. М.: Высш. шк. 1987. 360 с.
2. *Маскевич А.А.* Оптика / А.А. Маскевич. Гродно.: ГрГУ, 2010. 562 с.
3. *Иродов И.Е.* Задачи по общей физике / И.Е.Иродов. М.: Наука, 1988. 416с.
4. *Кембровский Г.С.* Физический практикум / Г.С.Кембровский. Мн.: Университет, 1986. 352 стр.

Дополнительная

1. *Борн М.* Основы оптики. / М. Борн М., Э.М. Вольф. М.: Наука, 1973. 720с.
2. *Ахманов С.А.* Физическая оптика. / С.А.Ахманов, С.Ю.Никитин. М.: МГУ. 2004, 656с.
3. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. Оптика. / Д.В. Сивухин. М.: Наука, 1980. 792 с
4. *Ландсберг Г.С.* Оптика / Г.С. Ландсберг. М.: Высшая школа, 2006. 848 с.
5. *Саржевский А.М.* Оптика. Т.1 и 2. / А.М. Саржевский. Мн.: Университетское, 1984, 1986. 320 с.
6. *Матвеев А.Н.* Оптика / А.Н. Матвеев. М.: Высшая школа, 1985. 352 с.
7. *Калитеевский Н.И.* Волновая оптика / Н.И.Калитеевский. М.: Высшая школа, 1995. 464 с.
8. *Савельев И.В.* Курс общей физики. В 5 т. Т. 1. Механика / Савельев И.В. М.: Астрель, АСТ. 2002. 336 с.
9. Сборник задач по общему курсу физики: Оптика /под ред. Д.В.Сивухина. М.: Наука, 1977. 320 с.
10. *Ильичева Е.Н.* Методика решения задач оптики / Е.Н. Ильичева, Ю.А. Кудеяров, А.Н. Матвеев. М.: изд-во Моск. ун-та, 1981. 232 с.